

**EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE MINITUBÉRCULOS Y NÚMERO DE
TALLOS POR PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SEMILLA DE PAPA
(*Solanum tuberosum*), CULTIVAR FRIPAPA, BAJO INVERNADERO**

FERNANDA ISABEL CALDERÓN PAZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA - ECUADOR

2010

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE MINITUBÉRCULOS Y NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*), CULTIVAR FRIPAPA, BAJO INVERNADERO”. De responsabilidad de la Srta. Egda Fernanda Isabel Calderón Paz, ha sido prolijamente revisada, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Agr. Luis Hidalgo
DIRECTOR

Ing. Agr. Wilson Yáñez
MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMABA-ECUADOR

2010

DEDICATORIA

A mis seres queridos por el apoyo incondicional, gracias a quienes mi persona tuvo la fortaleza y entereza para alcanzar una de las metas de más importancia en la formación profesional de una persona, y por haber sido el pilar fundamental con el mejor ejemplo de vida, vaya mi infinita gratitud hacia mis padres:

AÍDA M. PAZ ESCORZA.

JORGE U. CALDERÓN CALDERÓN

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro padre, por las bendiciones derramadas
sobre mí y mi preciada familia.

Al proyecto CONPAPA - TRIAS por su aporte de recursos
para ejecutar esta investigación.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
y especialmente a la FACULTAD DE RECURSOS NATURALES,
por medio de los Docentes, Trabajadores, Amigos y Compañeros quienes
han sido una excelente ayuda en mi trayectoria académica, como fuente de
conocimientos intelectuales y humanos.

Mi más sincero agradecimiento al SEÑOR INGENIERO LUIS HIDALGO,
por su respaldo y acertada dirección en el desarrollo de mi investigación, también
agradezco al SEÑOR INGENIERO WILSON YANEZ, por su excelente guía tanto
intelectual como espiritual, preparándome para asumir una nueva etapa en mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE ANEXOS.	ix

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
I	EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE MINITUBÉRCULOS Y NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SEMILLA DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>), CULTIVAR FRIPAPA, BAJO INVERNADERO.	
II	INTRODUCCIÓN	1
III	REVISIÓN DE LITERATURA	3
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	19
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
VI	CONCLUSIONES	51
VII	RECOMENDACIONES	52
VIII	RESUMEN	53
IX	SUMARY	54
X	BIBLIOGRAFÍA	55
XI	ANEXOS	59

LISTA DE CUADROS

Nº	Descripción	Página
1.	Características De La Variedad I-Fripapa (1995)	5
2.	Extracción de nutrientes para el cultivo de papa	6
3.	Interpretación de resultados del análisis químico de suelos	7
4.	Recomendación de fertilización para papa	8
5.	Clasificación de minitubérculos, semilla de papa	14
6.	Tratamientos del ensayo	23
7.	Esquema del análisis de varianza	24
8.	Solución nutritiva en estado vegetativo	29
9.	Solución nutritiva en estado de floración y producción	29
10.	Frecuencia de fertirriego	30
11.	Características del sistema de riego en el ensayo	31
12.	Número de plantas por metro cuadrado	32
13.	Análisis de varianza para número de plantas por metro cuadrado	33
14.	Prueba de Tukey al 5% para número de plantas por metro cuadrado (Factor A)	33

15. Número de tallos/planta	35
16. Análisis de varianza para número de tallos por planta	36
17. Prueba de Tukey al 5% para número de tallos por planta (Factor B)	37
18. Prueba de Tukey al 5% para número de tallos por planta	38
19. Número de tubérculos por planta (tasa de multiplicación)	40
20. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta (Tasa de Multiplicación)	41
21. Prueba de Tukey al 5% para número de tubérculos por planta (Tasa de Multiplicación) (Factor B)	41
22. Rendimiento (kg/planta)	43
23. Análisis de varianza para el rendimiento (kg/planta)	44
24. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg/planta) (Factor B)	45
25. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento (kg/planta)	46
26. Calculo de los costos variables de los tratamientos	49
27. Presupuesto parcial y beneficio neto del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) según PERRIN et, al.	49
28. Análisis de dominancia para los tratamientos	50

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Página
1.	Número de plantas por metro cuadrado	34
2.	Número de tallos por planta (Factor B)	37
3.	Número de tallos por planta	38
4.	Número de tubérculos por planta	42
5.	Rendimiento (kg/planta) (Factor B)	45
6.	Rendimiento (kg/planta)	46

.

LISTA DE ANEXOS

No	Descripción	Página
1.	Esquema de la distribución del ensayo	56
2.	Análisis químico de la pomina	57
3.	Caracterización sustrato pomina	58
4.	Análisis de agua	59
5.	Análisis foliar	60
6.	Promedio de temperatura y evaporación dentro del invernadero	61

I. EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE MINITUBÉRCULOS Y NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN LA PRODUCTIVIDAD DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*), CULTIVAR FRIPAPA, BAJO INVERNADERO.

II. INTRODUCCIÓN.

La papa en la actualidad es producida en casi todos los pueblos del mundo, siendo junto al trigo, maíz y arroz uno de los cuatro cultivos básicos en la alimentación humana. Ecuador tiene un gran potencial agro-ecológico para la producción de papas. Los patrones de radiación y pluviosidad son los mejores del mundo. En cuanto a papa-semilla, la tendencia de todas las áreas productoras es ampliar la frontera agrícola, con ayuda de infraestructuras adecuadas, tecnología y personal capacitado, asegurando la calidad del producto y las oportunidades de producción, ya sea del producto en si o procesado.

Gracias a las investigaciones durante la última década, el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (PNRT) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con el apoyo del Centro Internacional de la Papa (CIP), de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), e instituciones de alto nivel como lo es La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), han dedicado mucho esfuerzo a rediseñar sus procesos de interacción con los actores locales para la innovación agrícola, contando con tecnologías y metodologías desarrolladas en función de las necesidades y problemática del sector papicultor, entre las cuales se debe destacar al método hidropónico, semi-hidropónico y aeropónico para la producción de semilla prebásica, además estrategias de multiplicación de semilla de calidad con pequeños agricultores como es el caso del Consorcio de Pequeños Productores de Papa (CONPAPA).

Con dicha organización se han desarrollado trabajos sobre el control interno de calidad en la producción de semilla de papa, además cuenta con el estudio de la densidad poblacional de plántulas y tubérculos; las anteriores son nuevas alternativas de tal forma que los costos de producción se reduzcan, al incrementar la producción de tubérculos semilla de calidad.

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- A. Determinar la mejor distancia entre minitubérculos para la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Fripapa, bajo invernadero.
- B. Determinar el mejor número de tallos por planta para la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Fripapa, bajo invernadero.
- C. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. EVALUACIÓN

1. Definición.

“La evaluación es un proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia (actividad, fuerza y poder para obrar) y eficiencia (facultad para lograr un efecto deseado), con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos previstos, posibilitando la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas presupuestadas” (DEFINICION ORG. 2007).

B. EL CULTIVO DE PAPA

1. Descripción botánica

a. Raíz

Su raíz principal es fibrosa, sus raíces secundarias muy ramificadas y raíces terciarias finas y largas, lo cual permite adaptarse a cualquier tipo de suelo, con buen desarrollo en suelos francos y arenosos, con un adecuado contenido de materia orgánica y buen drenaje, además debe contar con un pH entre 5 y 6.5 (MANUAL AGROPECUARIO. 2004).

b. Tallo

Tallos herbáceos, aéreos, gruesos, angulosos. Los tallos se originan en la yema del tubérculo, son de color verde pardo debido a los pigmentos antociánicos asociados a la clorofila, Su tamaño varia de 0,30 a 1 m de alto tipo, depende de las variedades (MOYA. 1998).

c. Rizomas

Los rizomas son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovales o redondeados (JACKSON. 1972).

d. Tubérculos

Los tubérculos son una porción caular engrosada y subterránea, son ricos en sustancias de reserva (almidón, inulina, etc.), y en la superficie de los mismos suele verse yemas, los llamados ojos de la papa. (FONT QUER. 1963).

e. Las yemas

Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta. Los almacenes de luz difusa nos ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra (TAPIA. 2007).

f. Hojas

Las hojas son compuestas formadas por folíolos largos de forma ovoide. Se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje (MANUAL AGROPECUARIO. 2004).

g. Flor

La flor es hermafrodita, es decir que tiene estambres (masculino) y pistilos (femenino). Según la variedad sus color puede ser blanco, purpura o veteadas. (TAPIA. 2007).

h. Fruto

En forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. Estos receptáculos pueden llegar a contener más de doscientas semillas que por lo común son usadas para la obtención de nuevas variedades de planta. (ENCICLOPEDIA CUMBRE. 1976).

2. Características de la variedad I-Fripapa (1995)

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP). (2002). el origen genético es (Bulk Méjico x 378158.721) x i-1039, cuya subespecie es tuberosum x andígena. Su follaje es de tamaño mediano, color verde llamativo, con cuatro tallos, hojas compuestas y numerosas. En cuanto al tubérculo, es relativamente grande, de forma oblonga; piel de rosado intenso; pulpa amarilla y ojos superficiales. La variedad INIAP Fripapa, se ha favorecido enormemente por sus cualidades para fritura. Se presenta sus principales indicadores y parámetros agronómicos (Cuadro 1).

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD I-FRIPAPA (1995)

INDICADORES	PARAMETROS
Altitud	2600–3400 m.s.n.m.
Enfermedades	Tolerante a Oídio – Lancha
Rendimiento: kg/planta	2.3 (promedio)
Nº de tubérculos por planta	22 (promedio)
Rendimientos Tm/ha	38
% de materia seca en el tubérculo	23.9

Fuente: ANDRADE, et al. (1995)

C. PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA

1. Actividades previas a la siembra

Es necesario de una cuidadosa selección del lote, el cual debe ser aislado de otros cultivos de papa, por lo menos 50 m; el terreno debe estar libre de patógenos, debe ser bien aireado, con los agregados homogéneos, su objetivo es el de favorecer el desarrollo radicular, la emergencia rápida y homogénea, además se reduce los ataques de parásitos (MAROTO. 1992).

2. Requerimientos Nutricionales

Es necesario un balanceado suministro de los nutrientes a la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno, ya que cumplen funciones específicas para el adecuado crecimiento de la planta. La falta de algún nutriente origina un retardo del crecimiento y disminución del rendimiento. El cultivo de papa extrae los nutrientes del suelo y por ello es necesario reemplazarlos para mantener la fertilidad del mismo. (TODOPAPA. 2008).

Según ANDRADE, et al. (1995) estableció la extracción de nutrientes para papa (Cuadro 2).

CUADRO 2. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES PARA EL CULTIVO DE PAPA.

Extracción de nutrientes Kg/ha (Rendimiento 56 t/ha)		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
300	100	500

Fuente: ANDRADE, et al. 1995.

3. Fertilización

La fertilización de los cultivos de papa varía en cada provincia y del tipo de agricultor, su capacidad económica, además de los diferentes suelos a su origen y manejo. Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos; razón por la cual este cultivo requiere del uso de fertilizantes para obtener producciones satisfactorias. Para conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo, se usa el análisis químico (Cuadro 3); que a la vez, provee la información necesaria para realizar recomendaciones de fertilización (Cuadro 4). (ANDRADE, et al. 1995).

CUADRO 3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

INTERPRETACIÓN	ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS		
	N	P	K
	μ g/ml		Meq/100 ml
BAJO	<30	<10	<0.19
MEDIO	31 a 60	11 a 20	0.2 a 0.38
ALTO	> 61	>21	> 0.39

Fuente: ANDRADE, et al. (1995).

CUADRO 4. RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN PARA PAPA

RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN		
N	P₂O₅	K₂O
Kg/ha		
150 a 200	300 a 400	100 a 150
100 a 150	200 a 300	60 a 100
50 a 100	100 a 200	30 a 60

Fuente: ANDRADE, et al. (1995).

4. Cuidados durante el cultivo**a. Profundidad de siembra**

Se tiene que tomar en cuenta que en general la profundidad de siembra en tierras y climas adecuados es aproximadamente el doble del diámetro de la semilla (CUMBRE. 1976).

b. Riego

También se debe considerar que el riego debe satisfacer los 400 a 800 mm de agua por ciclo del cultivo, la etapa crítica durante la cual no puede faltar agua es durante el periodo de tuberización – floración (REINOSO. 2000).

c. Labores de cultivo

Dentro de las labores de cultivo tenemos:

1) Poda

La poda es una operación utilizada para obtener unas buenas conformaciones en las plantas o para rejuvenecerlas. Las podas destinadas a la formación tratan de buscar formas de plantas proporcionas y equilibradas. También se busca en este tipo de podas que la recolección o labores culturales se puedan realizar de una forma más adecuada. (MANUAL PRÁCTICO DE AGRICULTURA. 2007).

2) Aporque

En el cultivo de la papa generalmente se realiza dos aporques. El medio aporque conocido también como Primer aporque (60 y 80 días después de la siembra) y el aporque final conocido solo como Aporque (90 y 105 días). El aporque es una actividad que consiste en arrimar tierra alrededor del naciente tallo principal para sostener la planta. Esta operación afloja el suelo y continúa con el proceso de eliminación de plantas mal ubicadas (MOYA. 1998).

3) Entutorados

Con el entutorado, además de una mejor conformación de la planta, se consigue que las plantas reciban luz de forma más uniforme, que se aireen. Los enturados se realizan sobre cañas, mallas metálicas, o sobre alambres generalmente, estos productos son baratos y ofrecen grandes ventajas. (MANUAL PRÁCTICO DE AGRICULTURA. 2007).

4) Defoliación

La recolección de la papa de siembra, exige la eliminación de toda la parte aérea de la planta, para obtener una más rápida recolección. También se conoce como defoliación a la operación que consiste en retirar manualmente las hojas secas y viejas de la planta. (MANUAL PRÁCTICO DE AGRICULTURA. 2007).

d. Cosecha y poscosecha

Se cosecha de manera manual con azadones. El síntoma de madurez es el amarillamiento uniforme de las hojas. Luego de cosechado el tubérculo se recoge, se clasifica por tamaño y almacena en costales de fique para posterior consumo o comercialización. (MANUAL AGROPECUARIO. 2004).

D. DENSIDAD DE TALLOS

1. Definición

“La densidad de un cultivo, se expresa como el número de plantas por unidad de área, en el caso de la papa, cada planta que se origina en un tubérculo consta de varios tallos que se conocen como tallos principales, cada tallo forma raíces, estolones y tubérculos, desarrollándose como una planta individual. La densidad de tallos/m², influyen directamente sobre la cantidad y calidad de tubérculos. Por eso es un factor agronómico determinante en la producción y depende del ambiente, el propósito del cultivo (papa-semilla) y la variedad”. (PUMISACHO. 2002).

La densidad de tallos, describe mejor la densidad del cultivo de papa que la densidad de plantas. Consiste de dos componentes, el primero es el número de plantas, tradicionalmente llamado densidad de plantas y el segundo es el número de tallos por planta. Así la verdadera densidad de cultivo, llamada densidad de tallos es el resultado de densidad de plantas por el número de tallos por planta. (WIERSEMA. 1987).

a. Distancia entre plantas

“La distancia de siembra depende de la variedad de papa, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado del tubérculo. Si la fertilidad y humedad del suelo son bajas, el suelo puede mantener menos plantas. A mayor densidad del cultivo, menos será el tamaño de los

tubérculos cosechados. Generalmente, para la producción de tubérculos – semilla se recomienda una mayor densidad de tallos que para la producción de papa consumo”. (CORTBAOUI. 1988).

La tasa de multiplicación se ve afectada, en forma significativa, por la distancia entre plantas, no así por la distancia entre surcos. Con distancia entre plantas mayores a 0,2 m aumenta la tasa de multiplicación, la cual se define como el número de tubérculos cosechados por cada tubérculo semilla. (BUSTOS, ARIAS, Y ÑUSTEZ. 1996).

b. Número de tallos

La cantidad de tallos producidos por tubérculo es variable. Depende del tamaño de semilla, variedad, número de brotes y método de siembra. Las variedades nativas se caracterizan por generar un gran número de tallos, mientras que las mejoradas tienden a producir de cuatro a tres tallos por tubérculo-semilla. (PUMISACHO. 2002).

El tallo principal crece directamente del tubérculo madre, los tallos laterales que se ramifican de los tallos principales son generalmente poco productivos, y no se los considera cuando se determina la densidad de tallos. Sin embargo cuando los tallos laterales se ramifican debajo de la superficie del suelo cerca del tubérculo semilla, pueden ser tan productivos como los tallos principales y también serán considerados para el número de tallos. (WIERSEMA. 1987)

2. Cálculo

La densidad de tallos está determinada por el número de tallos que emergen y sobreviven, para calcular la densidad de tallos o densidad de población sobre el suelo, se toma en cuenta los tallos principales más los laterales que se originan dentro del suelo, cerca del tubérculo madre. (WIERSEMA. 1987).

PUMISACHO (2002), indica que “la densidad de tallos se puede calcular con más precisión al momento de la madurez fisiológica, cuando es más fácil separar los tallos principales de los secundarios”. Para calcular la densidad de tallos, se cuenta el número de tallos sobre el suelo existentes en diez metros de surco, en lugares diferentes del cultivo seleccionados al azar. Para obtener el número de tallos por m² se aplica la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad de tallos} = \frac{\text{Número total de tallos}}{(n \times 10\text{m de surco}) \times (\text{distancia entre surcos})}$$

Considerando a n= número de sitios muestreados.

E. PRODUCTIVIDAD

Relación entre la cantidad de producto obtenido y las cantidades de insumos o factores productivos utilizados. La productividad puede calcularse respecto a un factor productivo en particular, a una unidad productiva o una actividad económica. Un factor es más productivo cuando con la misma cantidad utilizada del factor se obtiene un volumen mayor de producción. Una unidad productiva o actividad económica será más productiva cuando se puede obtener una cantidad mayor de producto, con un mismo costo de producción. (FABARA. 2006).

F. SEMILLA DE PAPA

1. Semilla

De todos los insumos que participan en el proceso productivo, la semilla es en general el de mayor importancia, el más complejo y el menos estudiado en la mayoría de países en desarrollo, con respecto a la papa. La calidad y sanidad de la semilla constituye sin lugar a

dudas el factor más importante para el mejoramiento de la producción y productividad de este cultivo. (ALARCON. 1993).

2. Calidad

El tubérculo de condiciones, genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias, producirá plantas que en condiciones adecuadas de cultivo, reproducirán las características y potencial de la variedad que se ha sembrado. En el caso de papa, el uso de semilla de calidad es importante, ya que, se emplea la propagación vegetativa (por sus tubérculos). Una semilla que no esté en condiciones adecuadas, producirá germinación desuniforme, un pobre desarrollo de plantas y bajos rendimientos y se corre el riesgo de diseminar, involuntariamente, plagas y enfermedades, que se transmiten a través de la semilla de mala calidad. (MONTESDEOCA. 2005).

La semilla de calidad puede ofrecer un 30% de incremento de rendimiento en promedio, es decir que cuando la semilla está bien brotada y en buena edad fisiológica, genera beneficios adicionales en el rendimiento. (ANDRADE, et al. 1995).

3. Tasa de multiplicación

El número de tubérculos o tasa de multiplicación, es la cantidad de bolsas de semilla que cosechamos por cada bolsa que hemos sembrado. Para calcularla tomamos en cuenta la cosecha total o bruta, solo lo que hemos seleccionado y clasificado como semilla y no los descartes. La tasa de multiplicación se calcula así: Numero de bolsas cosechadas es igual a la tasa de multiplicación dividida para el número de bolsas sembradas. (BEUKEMA. 1990).

4. Clasificación por tamaño

PUMISACHO (2002), considera que los minitubérculos cosechados deben ser retirados rápidamente del invernadero con el objeto de exponerlos lo menos posible a daños ocasionados por el ambiente, plagas y enfermedades

Según GÁLVEZ (2001), clasificó en categoría y tamaño (Cuadro 5).

CUADRO 5. CLASIFICACIÓN DE MINITUBÉRCULOS, SEMILLA DE PAPA

CATEGORÍA	TAMAÑO (cm)
Cero	0.8 a 1.4
Uno	1.5 a 1.7
Dos	1.8 a 2.5
Tres	2.6 a 3.5
Cuatro	3.5 a 4.5
Grandes	4.6 en adelante

Fuente: (GÁLVEZ, A. 2001).

5. Rendimiento

Según FABARA (2006), el rendimiento es la relación porcentual que existe entre la utilidad y el beneficio que rinde anualmente un cultivo, el cual genera un activo financiero y un precio en el mercado.

Una hectárea de minitubérculos lleva de 50 a 60 mil unidades y puede producir entre 18 y 25 toneladas en lugares cálidos y de 25 a 30 toneladas en lugares templados. Los rendimientos que podemos esperar con el sistema de producción a razón de 100 plantas por metro cuadrado, van de 400 a 800 minitubérculos por metro, sin embargo, se ha cosechado hasta 1,200 como producciones record (GÁLVEZ. 2001).

G. MINITUBÉRCULOS

1. Definición

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2010), indica que los minitubérculos son tubérculos de papa que se producen a partir de material micropropagativo, bajo condiciones de asepsia para evitar infestación de plagas o contaminación. Los minitubérculos libres de plagas se exportan si cumplen los requisitos fitosanitarios de importación del país.

2. Requisitos para los laboratorios de prueba de los minitubérculos de papa

a. El personal y el equipo

Debe ser competente con conocimiento y experiencia adecuados en la utilización de métodos de prueba apropiados, así como la interpretación de los resultados. Además se requiere de equipo adecuado y apropiado para realizar pruebas microbiológicas, serológicas, moleculares y de bioensayo, según proceda. (REDEPAPA. 2011).

b. Datos de validación

Para establecer material propagativo de papa libre de plagas, deberían realizarse pruebas a las plantas candidatas en un laboratorio de diagnóstico autorizado, durante el proceso completo de producción y pruebas. Las medidas fitosanitarias para manejar los riesgos de plagas relacionados específicamente con la producción de minitubérculos deberían fundamentarse en la evaluación del riesgo de plaga referente al área de producción. (FAO. 2010).

c. Procedimientos

Los procedimientos para prevenir la contaminación de las muestras, contando con el aislamiento adecuado de las instalaciones de producción. Sumado a lo anterior se debe contar con un manual(es) que describa las políticas, la estructura de la organización, las instrucciones de trabajo y las normas de pruebas así como cualquier procedimiento de manejo de la calidad. (FAO. 2010).

d. Mantenimiento

Esta norma proporciona orientación para la producción, el mantenimiento y la certificación fitosanitaria de material micropropagativo y minitubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) y especies relacionadas que producen tubérculos; libres de plagas, previstos para el comercio internacional. (REDEPAPA. 2011).

H. CULTIVAR

1. Definición

Una variedad de papa es definida como un grupo de plantas similares que debido a las características morfológicas y comportamiento se puede diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. A la variedad mejorada se la considera como cultivar, y es el producto final del cruzamiento entre dos o más variedades nativas, para lo cual se ha utilizado esquemas adecuados de apareamiento, así como de técnicas eficientes de evaluación y selección, de tal forma que en un tiempo no menor de 10 años obtengan una variedad mejorada de papa que puede resolver la problemática papera. (VÁSQUEZ. 1988).

I. INVERNADERO

1. Definición

Son instalaciones acondicionadas para poder controlar la temperatura, aireación, iluminación, abonado, humedad y en general los factores que pueden influir en el desarrollo de las plantas, como en los invernaderos se tienden a obtener producciones de altos rendimientos, debido al costo de las instalaciones, la distancia entre las hileras de plantas es relativamente pequeña. (MANUAL PRÁCTICO DE AGRICULTURA. 2007)

J. CULTIVO SEMIHIDROPÓNICO

1. Definición

Es un cultivo en sustrato sólido, inerte y poroso (las plantas están ancladas al sustrato). El sustrato está mezclado a pequeñas cantidades de turba u otros materiales que absorben la solución nutritiva, la cual atraviesa el sustrato de arriba abajo, por percolación o de abajo arriba, por subirrigación. El sustrato también suele estar mezclado a materiales sintéticos (resinas) intercambiadores de iones saturados oportunamente de los elementos nutritivos necesarios, para el cultivo, razón por la que sólo se suministra agua. (ULISES DURANY. 1984).

2. Importancia en el Ecuador

El INIAP desde el año 1994, venía trabajando en la producción de minitubérculos en camas de producción bajo invernadero con un sustrato a base de tierra negra (70%), pomina (15%) y humus (15%) con fertilización sólida y riego con manguera, con una densidad de 16 plantas/m². El sistema semihidropónico que hoy se está utilizando consiste en colocar en camas de producción un sustrato liviano, el agua y los nutrientes se suministran por medio de un sistema de riego por goteo y la densidad utilizada es 34 plantas /m². No se han encontrado

diferencias significativas en cuanto a producción frente al sistema convencional, pero si se observó que la calidad sanitaria de la semilla mejoró en este sistema. (HORNA. 2003).

3. Tipos

Depende del medio físico donde crece la raíz de la planta que cultivamos, puede ser en sustrato sólido, inerte y poroso o mezclado a materiales sintéticos (resinas). Se considera también a la forma de suministro de la disolución nutritiva, por irrigación superficial discontinua o continua, por esparcimiento en su superficie de sales seguido de irrigación con agua o por circulación profunda a nivel constante. Además se considera la forma, en su caso, de aireación de la disolución nutritiva. Y finalmente la existencia o no de reciclado o recuperación de la solución. (ULISES DURANY. 1984).

4. Ventajas

Permiten obtener cultivos homogéneos, reducir el empleo de sustancias desinfectantes, y el consumo de energía en la preparación del terreno para la siembra o plantación. Mayor eficiencia del agua y los nutrientes minerales utilizados. El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales. Mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha. Permiten una programación de actividades más fácil y racional. Admiten la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción. (DURÁN. 2000).

5. Inconvenientes

Entre los principales problemas en la producción de semilla de papa obtenidos en el sistema semihidropónico, se considera que los minitubérculos para ser utilizados en el campo, se los debe someter a un proceso de germinación en invernadero, incrementando significativamente los costos de producción, además no se logra evitar proliferación de *Rhizoctonia solani* (costra negra) y *Streptomyces scabies* (sarna común), por lo que se desecha una parte de la producción, disminuyendo los rendimientos. (ARIAS. 2009).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

Este ensayo se realizó en el Departamento de Horticultura, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2. Ubicación Geográfica¹

- a. Latitud: 1° 39' S
- b. Longitud: 78° 40' W
- c. Altitud: 2841 m.s.n.m.

3. Características agrometeorológicas dentro del invernadero²

- a. Temperatura máxima: 44 °C
- b. Temperatura promedio: 24 °C
- c. Temperatura mínima: 3 °C
- d. Evaporación diaria: 6 mm

¹ Datos tomados con ayuda del instrumento GPS

² Datos registrados dentro del invernadero (Anexo 6)

4. Clasificación Ecológica

Se encuentra dentro del callejón interandino y corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB). (HOLDRIDGE. 1982).

5. Características de la pomina

a. Características físicas³

1) Porosidad:	40 %
2) Densidad aparente:	0.70 g/c
3) Estructura:	Granular
4) Humedad en pomina seca:	32.63 %
5) Humedad en pomina saturada un día con agua:	89.93%
6) Drenaje:	Bueno

b. Características químicas⁴

1) pH:	8.5	Alcalino
2) Nitrógeno:	0.7 ppm	Bajo
3) P ₂ O ₅ :	47.4 ppm	Alto
4) K ₂ O:	0.51 Meq/100g	Alto
5) CaO:	5.4 Meq/100g	Alto
6) MgO:	2.6 Meq/100g	Alto
7) Conductibilidad Eléctrica:	< 0.2 mmhos/cm	No salino

³ Laboratorio de Física de Suelos del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental de Santa Catalina del INIAP. (Anexo 3)

⁴ De acuerdo al análisis (Anexo 2) realizado en el Laboratorio de Suelos ESPOCH.

6. Análisis foliar (Elemento Contenido %)⁵

a. N:	2.21	Bajo
b. P:	0.30	Suficiente
c. K:	3.59	Bajo
d. Ca:	1.28	Alto
e. Mg:	1.52	Alto

7. Análisis del agua⁶

a. Potencial de Hidrógeno:	7.24	Normal
b. Conductividad Eléctrica:	1254 uS/cm	Moderado
c. Carbonatos:	< 1 mg/L	Ninguno
d. Cloruros:	20 mg/L	Severo

B. MATERIALES

1. Material experimental

- a. Minitubérculos del cultivar I- Fripapa.

⁵ Resultados del análisis (Anexo 5), realizado en el Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental de Santa Catalina del INIAP.

⁶ De acuerdo al análisis (Anexo 4) realizado en el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LAB-CESTTA, ESPOCH.

C. METODOLOGÍA.

1. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar bifactorial en arreglo combinatorio (BCA), con tres tratamientos.

2. Factores en estudio

a. Factor A (Distancia de siembra)

A1: 20 cm entre plantas

A2: 25 cm entre plantas

A3: 30 cm entre plantas

b. Factor B (Número de tallos por planta)

B1: 2 tallos

B2: 3 tallos

B3: 4 tallos

3. Tratamientos del ensayo.

Los tratamientos en estudio (Cuadro 6) resultaron de la combinada de dos factores (Distancia entre minitubérculos y Número de tallos por planta), constaron de nueve tratamientos y un testigo, con tres repeticiones, cuya descripción se hace a continuación.

CUADRO 6. TRATAMIENTOS DEL ENSAYO

NÚMERO DE TRATAMIENTO	CÓDIGO	DISTANCIA ENTRE MINITUBÉRCULOS (cm)	NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA
1	A1B1	0.20	2
2	A1B2	0.20	3
3	A1B3	0.20	4
4	A2B1	0.25	2
5	A2B2	0.25	3
6	A2B3	0.25	4
7	A3B1	0.30	2
8	A3B2	0.30	3
9	A3B3	0.30	4
10	TESTIGO		

Elaboración: Calderón, F. 2010.

4. Características del ensayo

- a. Número de unidades experimentales: 27
- b. Número de repeticiones: 3
- c. Área Total: 1000 m²
- d. Área neta del ensayo: 38,40 m²
- e. Largo de la cama: 32 m
- f. Ancho de la cama: 1,20 m
- g. Ancho de camino entre camas: 1 m
- h. Área total del ensayo: 345,60 m²
- i. Número total de minitubérculos: 5670
- j. Plantas evaluadas por tratamiento: 10
- k. Número de camas: 9

5. Esquema del análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza (Cuadro 7).

CUADRO 7. ESQUEMA ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	Fórmula	GL
Repeticiones	$r - 1$	2
Tratamientos	$t - 1$	9
Factor A	A-1	2
Factor B	B -1	2
A x B	(A-1) (B-1)	4
Error	$(r - 1) (t-1)$	18
Testigo vs Resto		1
TOTAL		29

Fuente: Zabala, S. 2010.

6. Análisis Funcional

- a. Se realizó el análisis de varianza.
- b. Para la separación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5 %.
- c. Se determinó el coeficiente de variación.

7. Análisis económico

Se realizó el análisis económico según el método de Perrin et al.

8. Esquema de la disposición del ensayo

La distribución del ensayo (Anexo 1).

D. MÉTODO DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS

1. Número de plantas

Se contó el número de plantas por m², por tratamientos de estudio.

2. Número de tallos/planta

Se contabilizó el número de tallos por planta de todas las unidades experimentales por m².

3. Número de tubérculos semilla/planta (Tasa de multiplicación/planta)

Se contó el número de tubérculos de semilla producidos por unidad.

4. Rendimiento en kg/planta

Se pesó los tubérculos de semilla por tratamientos, y se expresó en Kg/planta.

5. Análisis económico

Se calculó el análisis económico según Perrin et al. para determinar la TRM de los tratamientos, cuyos indicadores son los siguientes: Costo variable (USD) de minitubérculos y mano de obra; Presupuesto parcial de los tratamientos (USD); Análisis de dominancia; y Tasa de retorno marginal o Beneficio/costo.

E. MANEJO DEL EXPERIMENTO

1. Análisis Químicos

Con el fin de optimizar las condiciones de fertirrigación, se realizó el análisis de los principales elementos presentes en el agua, en la pomina y en el follaje de las muestras de plantas por cada tratamiento del ensayo.

2. Desinfestación de sustrato

La desinfestación de sustrato (pomina) localizado en las camas, se realizó 60 días antes de la siembra, con 20 lts Busan/300 lts agua. Además se procuró que el mayor tiempo posible, las puertas y cortinas del invernadero, permanecieran cerradas con el fin de proteger las instalaciones, y así asegurarnos que el medio se mantuviera con la asepsia necesaria para la producción de los minitubérculos.

3. Remoción del sustrato

Por cada cama dentro del invernadero, se procedió a la colocación en sacos plásticos de la mitad de sustrato (pomina), los sacos fueron distribuidos organizadamente para permanecer dentro de las instalaciones, de esta manera se evitó su contaminación y sobre todo se facilitó su posterior utilización dentro de las labores de aporque.

4. Siembra

Previo a la siembra en las instalaciones de CONPAPA-CHIMBORAZO, se contabilizó el número de 5670 minitubérculos, todos con brotación múltiple. Razón por la cual al momento de cubrirlos con la pomina, además del criterio del doble del diámetro del tubérculo, también se escogió el mejor brote para que se siembre con su yema hacia el exterior.

La densidad de plantación fue de 0.25 metros entre cintas y de 0.30; 0.25; 0.20; 0.15 metros entre plantas, respectivamente sus densidades de siembra fueron las siguientes: 13 plantas/m², 16 plantas/m², 20 plantas/m² y el testigo con 27 plantas/m².

5. Labores culturales

a. Control de plagas

Dos días posteriores a la siembra, para combatir la polilla (*Tecia solanivora*), se colocó trampas con feromonas de atracción sexual con las que se suelen cazar a los machos, impidiendo que estos se apareen con las hembras, con lo cual disminuyó el número de larvas que son las que realmente causan la plaga.

Al mes después de la siembra, hubieron problemas de trozador (*Agrotis deprivata*) se aplicó un insecticida formulado a base de un piretroide, actuando por contacto e ingestión, cuyo alto poder residual y acción repelente ayudó a evitar las reinfestaciones.

b. Aporques

Se efectuó tres aporques, en cada uno se colocó una capa de 5 cm de sustrato; con el fin de facilitar el desarrollo y agrupamiento de los tubérculos bajo el sustrato. El primero se realizó a los 30 días después de la siembra, cuando las plantas tuvieron alrededor de 15 centímetros de altura, el segundo aporque a los 50 días, con el inicio de la tuberización, y el aporque final a los 70 días, evitando el desarrollo de estolones fuera del sustrato.

c. Poda de tallos y estolones

Se dejó dos, tres y cuatro tallos por planta, se eliminó los demás tallos y estolones que emergieron fuera del sustrato. Esta actividad se inició a los 60 días después de la siembra, y posteriormente con la realización del aporque.

d. Poda de flores

Se efectuó la poda de flores, a los 80 días después de la siembra, concentrándose la energía de las plantas en la formación de los tubérculos.

e. Tutoreo

Inmediatamente finalizado el tercer apoque, se instaló el sistema de tutoreo, para el efecto se colocó en cada cama tiras de madera en los extremos de la misma y luego se introdujo un piso de malla perforada a 15 cm de altura sobre cada cama, mejorando así la conformación de las plantas, además recibieron luz de forma más uniforme y con mayor aireación entre ellas.

f. Poda de follaje

Una vez cumplido los 110 días del ciclo del cultivo en el invernadero, se procedió al corte del follaje, para inducir la maduración de los tubérculos, luego se dejó que endure la piel durante 15 días, y se realizó la cosecha.

6. Fertilización para el cultivo semi-hidropónico

Para realizar las recomendaciones de fertilización, se consideró el requerimiento de la planta en el estado vegetativo, en floración y producción. En la preparación de la solución de nutrición líquida se requirió del análisis foliar, en base a los cuales se tomó las decisiones para determinar y satisfacer las deficiencias de macro y micro elementos.

Las formulaciones nutricionales se aplicaron junto con el riego diario, mediante el sistema de fertirriego por medio del Venturi, con eficiencia del 90%. En tanto que la solución madre se ajustó a un pH de 6 (ligeramente acida), para la disponibilidad de elementos nutritivos, prevención de obstrucciones y depósitos en redes de riego y emisores.

La solución nutritiva se preparó con las siguientes fuentes (Cuadros 8 y 9) y con la frecuencia de fertirriego (Cuadro 10).

CUADRO 8. SOLUCIÓN NUTRITIVA EN ESTADO VEGETATIVO

Fuentes	Dosis g/L
Nitrato de potasio	0.14
Nitrato de calcio	0.06
Nitrato de amonio	0.66
Sulfato de magnesio	1.38
Ácido fosfórico	0.57
Micromix	0.12

Elaboración: Calderón, F. 2010

CUADRO 9. SOLUCIÓN NUTRITIVA EN ESTADO DE FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

Fuentes	Dosis g/L
Nitrato de potasio	0.34
Nitrato de calcio	0.21
Nitrato de amonio	0.15
Sulfato de magnesio	0.35
Ácido fosfórico	0.07
Micromix	0.03

Elaboración: Calderón, F. 2010

CUADRO 10. FRECUENCIA DE FERTIRRIEGO

Etap	Semana	Número de fertirriego	Aplicación foliar	Control fitosanitario	Volumen de agua (L)
Inicio	1 – 4	15	Bioplus 5 cm ³ /L Oligomix 50g/100 L	Forte Ec 1 cm ³ /L	45
Desarrollo	5 – 6	10	Bioplus 10 cm ³ /L Citokin 1 cm ³ /L		30
	7 – 8	20	Bioplus 10 cm ³ /L Oligomix 50g/100 L Ergostim 15cm ³ /1000m ² Citokin 1 cm ³ /L		60
Producción	9	10	Bioplus 10 cm ³ /L Oligomix 50g/100 L Citokin 1 cm ³ /L		15
	10 - 11	10	Bioplus 10cm ³ /L Oligomix 50g/100 L Seaweed Extract 10 ml/1000m ² Citokin 1 cm ³ /L		30
	12 - 14	10			30

Elaboración: Calderón, F. 2010

* Desde la semana 12 cesaron las aplicaciones foliares

7. Riego

Los riegos se realizaron con una frecuencia de 5 días/semana. Las características del sistema de riego (Cuadro 11).

CUADRO 11. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL ENSAYO

Sistema	Goteo
Distancia entre goteros	0.2 m
Número hileras	4 (tesis)
Longitud hilera	32 m
Caudal gotero	2 L/s

Elaboración: Calderón, F. 2010

8. Cosecha

Se realizó cuando los tubérculos alcanzaron su madurez comercial es decir a los 125 días después de la siembra.

9. Registro climático

Los datos se obtuvieron apoyados en la construcción de un evapotranspirómetro para la medición de evaporación (mm) y registrando datos de temperatura, ambos dentro del invernadero (Anexo 6).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. NÚMERO DE PLANTAS

Los datos registrados para número de plantas por m² (Cuadro 12).

CUADRO 12. NÚMERO DE PLANTAS POR METRO CUADRADO

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	18.00	21.00	18.54	57.54	19.18
T2	A1B2	19.00	17.00	19.00	55.00	18.33
T3	A1B3	18.00	20.00	20.00	58.00	19.33
T4	A2B1	16.00	17.00	15.00	48.00	16.00
T5	A2B2	15.00	16.00	16.00	47.00	15.67
T6	A2B3	16.00	17.00	16.00	49.00	16.33
T7	A3B1	12.00	12.00	13.00	37.00	12.33
T8	A3B2	14.00	13.00	12.00	39.00	13.00
T9	A3B3	13.00	12.00	13.00	38.00	12.67
T10	TESTIGO	16.00	15.00	18.00	49.00	16.33

Elaboración: Calderón, F. 2010

El análisis de varianza para número de plantas por metro cuadrado (Cuadro 13), presentó diferencia altamente significativa para las distancias de siembra (Factor A). No presentaron diferencia significativa, para los números de tallos por planta (Factor B), las interacciones de las distancias de siembra y números de tallos por planta (A*B) y para Testigo vs Resto.

El coeficiente de variación fue 6.78%.

CUADRO 13. DE VARIANZA PARA NÚMERO DE PLANTAS POR METRO CUADRADO

FV	GL	SC	CM	Fisher			Interpretación
				Calculado	Tabulado 0.05	Tabulado 0.01	
Repeticiones	2	0.90	0.452	0.446	3.634	3.634	ns
FACTOR A	2	177.82	88.910	87.759	3.634	6.226	**
FACTOR B	2	0.90	0.452	0.446	3.634	6.226	ns
A*B	4	2.17	0.542	0.535	3.007	4.773	ns
Error A x B	16	16.21	1.013				
Testigo vs Resto	1	1.362	1.362	1.168	4.414	8.285	ns
Error Total	18	20.994	1.166				
Media	15.92						
CV %	6.78						

Elaboración: Calderón, F. 2010.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para número de plantas por metro cuadrado según las distancias de siembra (Factor A) (Cuadro 14; Gráfico 1) presenta dos rangos. En el rango “A” se ubicaron las distancias de siembra de 20 cm entre plantas (A1) con una media de 18.95% y de 25 cm (A2) con una media de 16 % respectivamente. En el rango “B” se ubicó la distancia de siembra de 30 cm con una media de 12.67%.

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA NÚMERO DE PLANTAS POR METRO CUADRADO (FACTOR A)

DISTANCIA DE SIEMBRA	CÓDIGO	MEDIAS (%)	RANGO
20 cm entre plantas	A1	18.95	A
25 cm entre plantas	A2	16.00	A
30 cm entre plantas	A3	12.67	B

Elaboración: Calderón, F. 2010.

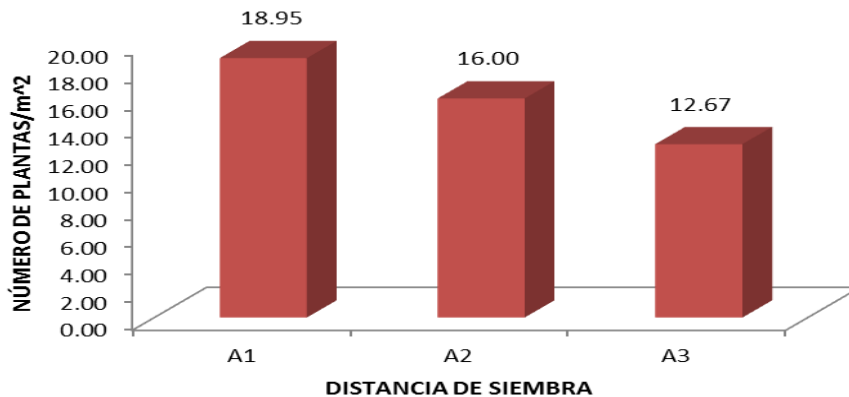


GRÁFICO 1. NÚMERO DE PLANTAS POR METRO CUADRADO

En el gráfico 1, se observa que la distancia de siembra de 20 cm entre plantas (A1) supera en 2.95% a la distancia de 25 cm entre plantas (A2) y en 6.28% a la distancia de 30 cm entre plantas (A3).

Las distancias de siembra de 20 y 25 cm entre plantas (A1) y (A2), se manifestaron positivamente en comparación con la distancia de 30 cm entre plantas (A3), debido a que para menores distancias de siembra el número de plantas/m² será mayor. El conocimiento de la densidad de siembra adecuada de tubérculos en la producción de semilla (Fripapa) ha logrado mejorar su producción, desde su pureza varietal, condiciones físicas, fisiológicas, su porcentaje de germinación y ausencia de organismos patógenos, tanto internos como externos. Además en condiciones adecuadas de cultivo, reproducirán satisfactoriamente las características y el potencial de la variedad que se ha sembrado, es así que WIERSEMA (1987), indica que la distancia de siembra determina el número de tubérculos y plántulas sembradas por unidad de área.

La distancia de siembra es un factor agronómico importante en la densidad de tallos, la misma que está relacionada directamente con la producción, tamaño del tubérculo y la tasa de multiplicación. Es determinante que se produzca una planta vigorosa con fines de alcanzar el máximo rendimiento, con el cual se justifique lo que cuesta producir esta semilla en cultivo semi-hidropónico, y por ende la obtención de utilidades económicas.

B. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

El número de tallos por planta (Cuadro 15).

CUADRO 15. NÚMERO DE TALLOS/PLANTA

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	1.90	1.90	2.10	5.90	1.97
T2	A1B2	2.90	2.90	3.10	8.90	2.97
T3	A1B3	3.70	3.50	3.90	11.10	3.70
T4	A2B1	2.10	2.10	1.90	6.10	2.03
T5	A2B2	2.50	2.70	2.90	8.10	2.70
T6	A2B3	3.90	4.10	3.90	11.90	3.97
T7	A3B1	2.10	1.90	2.00	6.00	2.00
T8	A3B2	2.70	3.30	3.20	9.20	3.07
T9	A3B3	3.90	4.00	4.10	12.00	4.00
T10	TESTIGO	2.00	3.00	2.00	7.00	2.33

Elaboración: Calderón, F. 2010.

El análisis de varianza para número de tallos por planta (Cuadro 16), presentó diferencia altamente significativa para los números de tallos por planta (Factor B) y para Testigo vs Resto. No presentaron diferencia significativa para las distancias de siembra (Factor A), las interacciones de las distancias de siembra y números de tallos por planta (A*B).

El coeficiente de variación fue 7.29%.

CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

FV	Gl	SC	CM	Fisher			Interpretación
				Calculado	0.05	0.01	
Repeticiones	2	0.11	0.054	2.154	3.634	3.634	ns
Factor A	2	0.11	0.054	2.154	3.634	6.226	ns
Factor B	2	16.06	8.031	317.714	3.634	6.226	**
A * B	4	0.28	0.069	2.725	3.007	4.773	ns
Error A x B	16	0.40	0.025				
Testigo vs Resto	1	1.362	1.362	31.063	4.414	8.285	**
Error Total	18	0.790	0.044				
Media	2.87						
CV %	7.29						

Elaboración: Calderón, F. 2010.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el número de tallos por planta (Factor B) (Cuadro 17; Gráfico 2) presentaron dos rangos. En el rango “A” se ubicó a 4 tallos por planta (B3), con una media de 3.89 %. En el rango “B” se ubicó a 3 y 2 tallos por planta (B2) Y (B1) respectivamente, con una media de 2.9 y 2% respectivamente.

**CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA
(FACTOR B)**

NÚMERO DE TALLOS/PLANTA	CÓDIGO	MEDIAS	RANGO
4 tallos	B3	3.89	A
3 tallos	B2	2.91	B
2 tallos	B1	2.00	B

Elaboración: Calderón, F. 2010.

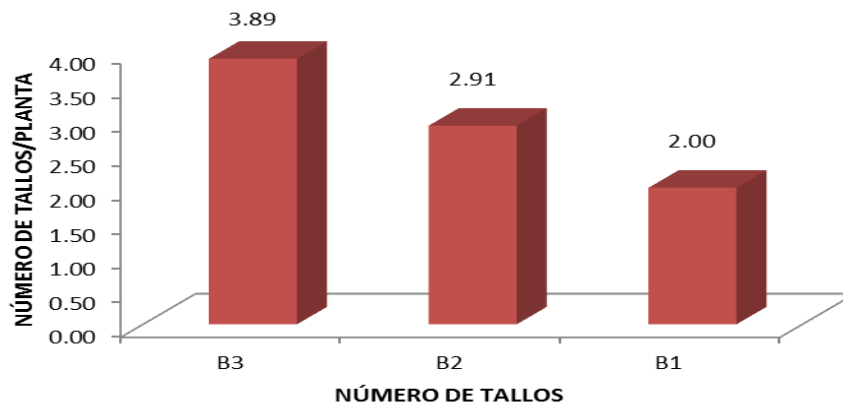


GRÁFICO 2. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA (FACTOR B)

En el gráfico 2, se observa que 4 tallos por planta (B3) supera en 0.98% a 3 tallos por planta (B2) y en 1.89% a 2 tallos por planta (B1).

En la prueba de Tukey al 5% para número de tallos por planta, de Testigo vs Resto (Cuadro 18; Gráfico 3) presentaron cinco rangos. En el rango “A” se ubicaron las distancias de siembra de 0.30 m y 0.25 m entre plantas con 4 tallos por planta (T9) y (T6), con una media de 4 y 3.97 tallos por planta respectivamente. En el rango “AB” se ubicó a 0.20 m entre plantas con 4 tallos por planta (T3) con una media de 3.70 tallos por planta. En el rango “ABC” se ubicaron las distancias de siembra de 0.30 m, 0.20 m y 0.25 m entre plantas con 3 tallos por planta (T8), (T2) y (T5), con una media de 3.07, 2.97 y 2.70 tallos por planta respectivamente. En el rango “BC” se

ubicó al testigo con 0.15 m entre plantas con 2 tallos por planta (T10) con una media de 2.33 tallos por planta. En el rango “C” se ubicaron las distancias de siembra de 0.25 m, 0.30 m y 0.20 m entre plantas con 2 tallos por planta (T4), (T7) y (T1), con una media de 2.03, 2.00 y 1.97 tallos por planta respectivamente.

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS	RANGO
T9	A3B3	4.00	A
T6	A2B3	3.97	A
T3	A1B3	3.70	AB
T8	A3B2	3.07	ABC
T2	A1B2	2.97	ABC
T5	A2B2	2.70	ABC
T10	TESTIGO	2.33	BC
T4	A2B1	2.03	C
T7	A3B1	2.00	C
T1	A1B1	1.97	C

Elaboración: Calderón, F. 2010.

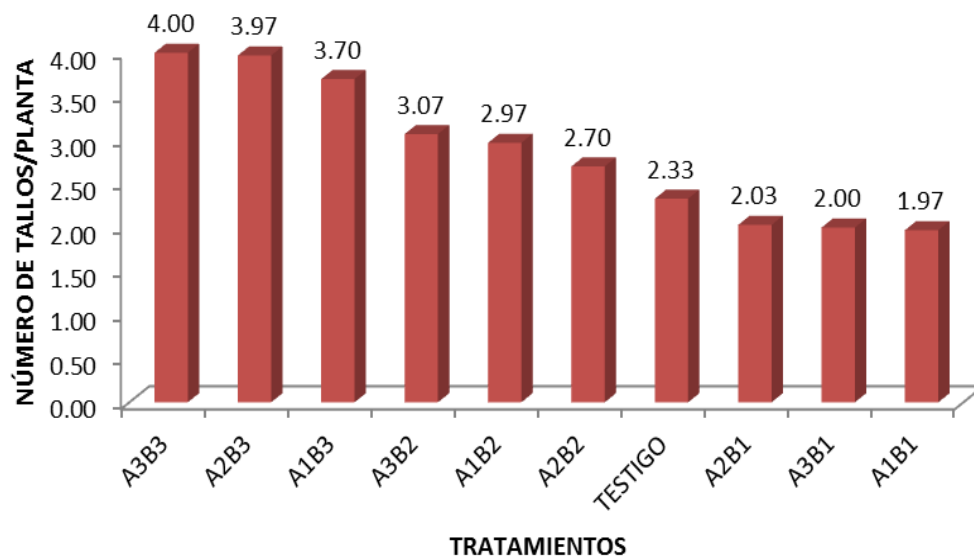


GRÁFICO 3. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

En el gráfico 3 se observa que 4 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.30 m (A3B3); supera en 0.03% a 3.97 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.25 m (A2B3), en 0.3% a 3.70 tallos por planta con la distancia de siembra de 0.20 m (A1B3), en 0.93% a 3.07 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.30 m (A3B2), en 1.03% a 2.97 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.20 m (A1B2), en 1.30% a 2.70 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.25 m (A2B2), en 1.67% a 2.33 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.15 m (TESTIGO), en 1.97% a 2.03 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.25 m (A2B1), en 2% a 2 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.30 m (A3B1), en 2.03% a 1.97 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.20 m (A1B1).

El número de tubérculos por sitio y el número de brotes por tubérculo determinó el número de tallos por planta, por esta razón en el presente ensayo fue necesario evaluar en promedio de 2, 3 y 4 tallos por planta, este último (B3) se manifestó positivamente en comparación a los otros dos (B2) y (B1), comprobando que con el mayor número de tallos por planta se puede lograr la mayor intercesión de luz, la máxima actividad fotosintética por unidad de área, reflejándose en una mejor producción de papa semilla.

Se consideró el criterio de que el número de tallos en crecimiento depende del número de brotes sembrados, por lo cual se eliminó el primer brote apical, con el fin de permitir una brotación múltiple y un adecuado desarrollo del cultivo, para determinar el número de tallos recomendable, por lo tanto MONTESDEOCA (2005), indica que cuando la semilla presenta solo un brote, no es aconsejable sembrarla porque desarrollaría pocos tallos principales y su producción seria baja; este brote tiende a impedir el desarrollo de otros brotes. Esta condición es severa en algunas variedades como I-Fripapa. Además afirma que la mejor manera de determinar la densidad de tallos óptima para un área específica es experimentar con diferentes distancias de siembra y tamaños del tubérculo, usando para ello las variedades cultivadas comúnmente en la zona.

C. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA (TASA DE MULTIPLICACIÓN)

El número de tubérculos por planta (Cuadro 19).

CUADRO 19. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA (TASA DE MULTIPLICACIÓN)

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	4.69	4.69	6.30	15.68	5.23
T2	A1B2	7.35	7.96	8.37	23.68	7.89
T3	A1B3	6.33	11.84	7.96	26.13	8.71
T4	A2B1	6.33	5.51	4.90	16.74	5.58
T5	A2B2	8.57	7.89	7.35	23.81	7.94
T6	A2B3	9.18	8.98	7.35	25.51	8.50
T7	A3B1	5.10	6.12	6.12	17.34	5.78
T8	A3B2	7.14	7.03	8.37	22.54	7.51
T9	A3B3	8.57	7.97	8.78	25.32	8.44
T10	TESTIGO	7.70	6.40	7.20	21.30	7.10

Elaboración: Calderón, F. 2010.

El análisis de varianza, para el número de tubérculos por planta (Tasa de Multiplicación) (Cuadro 20), presentó diferencia altamente significativa para números de tallos por planta (Factor B). No presentó diferencia significativa para las distancias de siembra (Factor A), las interacciones de las distancias de siembra, números de tallos por planta (A*B), y para Testigo vs Resto.

El coeficiente de variación fue 15.83%.

CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA (TASA DE MULTIPLICACIÓN)

FV	Gl	SC	CM	Fisher			Interpretación
				Calculado	0.05	0.01	
Repeticiones	2	1.24	0.622	0.433	3.634	3.634	ns
Factor A	2	0.04	0.021	0.015	3.634	6.226	ns
Factor B	2	44.40	22.199	15.455	3.634	6.226	**
A * B	4	0.87	0.218	0.152	3.007	4.773	ns
Error A x B	16	22.98	1.436				
Testigo vs Resto	1	1.362	1.362	1.030	4.414	8.285	ns
Error Total	18	23.817	1.323				
Media	7.27						
CV %	15.83						

Elaboración: Calderón, F. 2010.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos por planta (Tasa de Multiplicación), según número de tallos por planta (Factor B) (Cuadro 21; Gráfico 4) presentó dos rangos. En el rango “A” se ubicó a 4 tallos por planta (B3), con una media de 8.55 %, en el mismo rango se tiene a 3 tallos por planta (B2) con una media de 7.78%, En el rango “B” se ubicó a 2 tallos por planta con una media de 5.83%.

CUADRO 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA (TASA DE MULTIPLICACIÓN) (FACTOR B)

NÚMERO DE TALLOS/PLANTA	CÓDIGO	MEDIAS	RANGO
4 tallos	B3	8.55	A
3 tallos	B2	7.78	A
2 tallos	B1	5.83	B

Elaboración: Calderón, F. 2010.

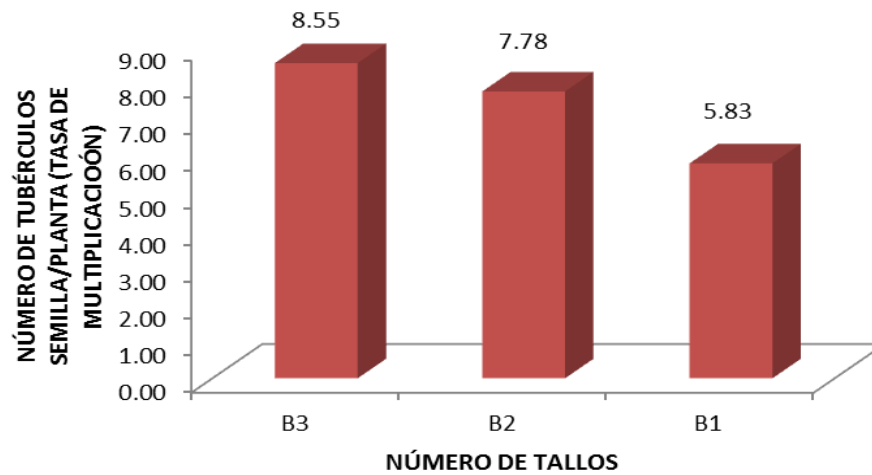


GRÁFICO 4. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

En el gráfico 4, se observa que 4 tallos por planta (B3) supera en 0.77% a 3 tallos por planta (B2) y en 2.72% a 2 tallos por planta (B1).

Considerando que uno de los factores limitantes para la difusión de nuevas variedades así como para la renovación de semilla de las variedades comerciales es la baja tasa de multiplicación vegetativa de la papa, en el ensayo se determinó que 4 tallos por planta (B3) y 3 tallos por planta (B2) se manifestaron positivamente en comparación a 2 tallos por planta (B1). El criterio que existe en el cultivo de papa, cada planta nace del tubérculo del cual se originan un conjunto de tallos, cada uno de los cuales forman raíces, estolones y nuevos tubérculos. Indicando que cada tallo crece y se comporta como si fuese una planta individual. Por consiguiente se debe destacar los beneficios de tener altas densidades de siembra para producción de semilla que genere una alta densidad de tallos y mayor número de tubérculos, que hacen que tengamos una alta tasa de extracción de semilla (65 a 70%). De acuerdo con ALMEIDA (2003), la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo ya que junto con la adecuación del espaciamiento de siembra, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento.

D. RENDIMIENTO (KG/PLANTA)

Los datos registrados para rendimiento (Kg/planta) (Cuadro 22).

CUADRO 22. RENDIMIENTO (KG/PLANTA)

Tratamientos	Código	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	A1B1	0.45	0.90	0.70	2.05	0.68
T2	A1B2	0.50	1.20	1.00	2.70	0.90
T3	A1B3	0.65	1.10	0.90	2.65	0.88
T4	A2B1	0.75	0.50	0.40	1.65	0.55
T5	A2B2	0.50	1.20	0.90	2.60	0.87
T6	A2B3	0.65	0.90	1.00	2.55	0.85
T7	A3B1	0.50	0.80	0.70	2.00	0.67
T8	A3B2	0.55	1.10	1.00	2.65	0.88
T9	A3B3	0.65	1.40	1.40	3.45	1.15
T10	TESTIGO	0.75	1.20	0.90	2.85	0.95

Elaboración: Calderón, F. 2010

En el análisis de varianza, para rendimiento (Kg/planta) (Cuadro 23), presentó diferencia altamente significativa para números de tallos por planta (Factor B) y para Testigo vs Resto. No se encontró diferencia significativa para las distancias de siembra (Factor A), las interacciones de las distancias de siembra y números de tallos por planta (A*B).

El coeficiente de variación fue 13.11%.

CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO (KG/PLANTA)

FV	Gl	SC	CM	Fisher			Interpretación
				Calculado	0.05	0.01	
Repeticiones	2	0.90	0.449	13.440	3.634	3.634	**
Factor A	2	0.09	0.047	1.407	3.634	6.226	ns
Factor B	2	0.53	0.264	7.898	3.634	6.226	**
A * B	4	0.10	0.025	0.759	3.007	4.773	ns
Error A x B	16	0.53	0.033				
Testigo vs Resto	1	1.362	1.362	112.806	4.414	8.285	**
Error Total	18	0.217	0.012				
Media	0.84						
CV %	13.11						

Elaboración: Calderón, F. 2010.

ns: No significativo

** : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5%, para el rendimiento (Kg/planta), según número de tallos por planta (Factor B) (Cuadro 24; Gráfico 5) presentaron dos rangos. En el rango “A” se ubicó a 4 tallos por planta (B3), con una media de 0.96 %, en el mismo rango se tiene a 3 tallos por planta (B2) con una media de 0.88%, En el rango “B” se ubicó a 2 tallos por planta con una media de 0.63%.

**CUADRO 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO (KG/PLANTA)
(FACTOR B)**

RENDIMIENTO (KG/PLANTA)	CÓDIGO	MEDIAS	RANGO
4 tallos	B3	0.96	A
3 tallos	B2	0.88	A
2 tallos	B1	0.63	B

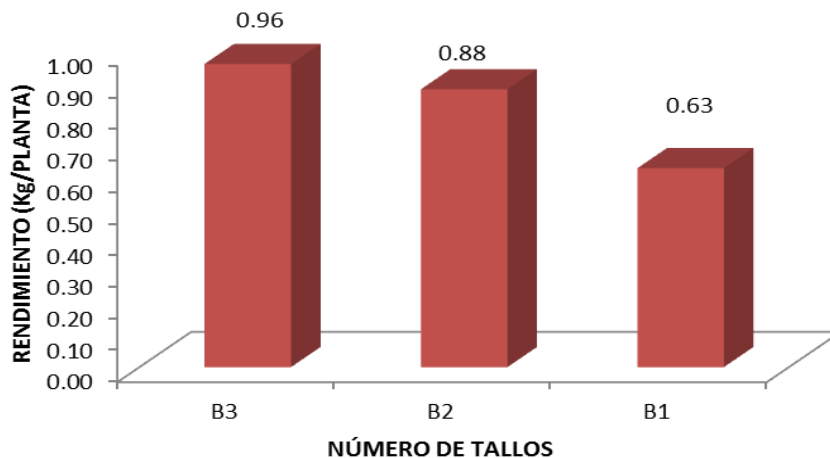


GRÁFICO 5. RENDIMIENTO (KG/PLANTA) (FACTOR B)

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (Kg/planta), según Testigo vs Resto (Cuadro 25; Gráfico 6) presentaron cinco rangos. En el rango “A” se ubicó la distancia de siembra de 0.30 m con 4 tallos por planta (T9) con una media de 1.15 Kg/planta. En el rango “B” se ubicó la distancia de siembra de 0.15 m entre plantas con 2 tallos por planta (T10) con una media de 0.95 Kg/planta, la distancia de siembra de 0.20 m entre plantas con 3 tallos por planta (T2) con una media de 0.90 Kg/planta, la distancia de siembra de 0.20 m entre plantas con 4 tallos por planta (T3) con una media de 0.88 Kg/planta, la distancia de siembra de 0.30 m entre plantas con 3 tallos por planta (T8) con una media de 0.88 Kg/planta, y la distancia de siembra de 0.25 m entre plantas con 3 tallos por planta (T5) con una media de 0.87 Kg/planta. En el rango “BC” se ubicó la

distancia de siembra de 0.25 m entre plantas con 4 tallos por planta (T6) con una media de 0.85 Kg/planta. En el rango “CD” se ubicó la distancia de siembra de 0.20 m entre plantas con 2 tallos por planta (T1), con una media de 0.68 Kg/planta. En el rango “D” se ubicaron las distancias de siembra de 0.30 m y 0.25 m entre plantas con 2 tallos por planta (T7) y (T4) con una media de 0.67 y 0.55 Kg/planta respectivamente.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO (KG/PLANTA)

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS	RANGO
T9	A3B3	1.15	A
T10	TESTIGO	0.95	B
T2	A1B2	0.9	B
T3	A1B3	0.88	B
T8	A3B2	0.88	B
T5	A2B2	0.87	B
T6	A2B3	0.85	BC
T1	A1B1	0.68	CD
T7	A3B1	0.67	D
T4	A2B1	0.55	D

Elaboración: Calderón, F. 2010.

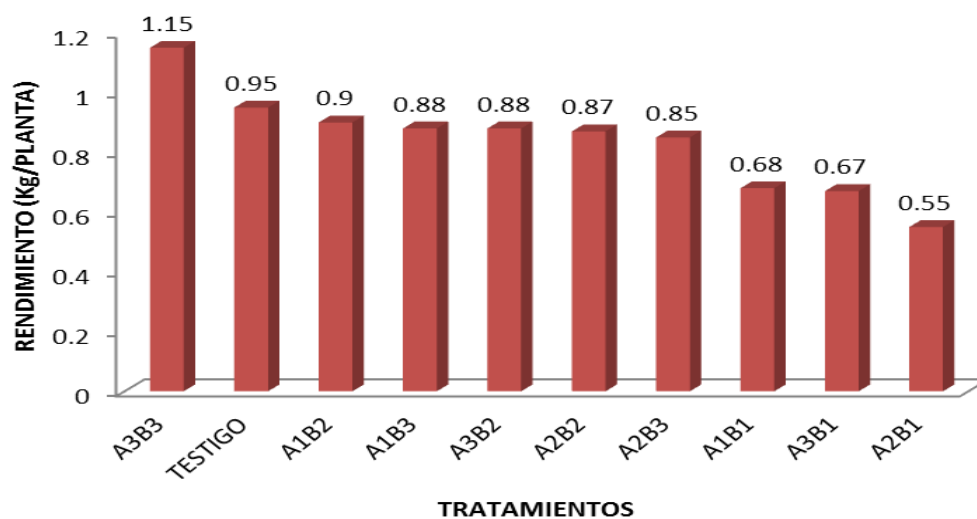


GRÁFICO 6. RENDIMIENTO (KG/PLANTA)

En el Gráfico 6 se observa que 4 tallos por planta (A3B3) con la distancia de siembra de 0.30 m y 1.15 Kg/planta supera en 0.2% a 0.95 Kg/planta obtenidos con la distancia de siembra de 0.15 m y 2 tallos por planta (TESTIGO). Superando en 0.25% a 0.90 Kg/planta con 3 tallos por planta, cuya distancia de siembra fue de 0.20 m (A1B2). En 0.27% con 4 tallos por planta, la distancia de siembra fue 0.20 m (A1B3). En 0.27% a 3 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.30 m (A3B2). En 0.28% a 3 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.25 m (A2B2). En 0.3% a 4 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.25 m (A2B3). En 0.47% a 2 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.20 m (A1B1). En 0.48% a 2 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.30 m (A3B1). Y en 0.6% a 2 tallos por planta, con la distancia de siembra de 0.25 m (A2B1).

Las condiciones del estudio determinaron que 4 tallos por planta (B3) y 3 tallos por planta (B2) se manifestaron positivamente en comparación a 2 tallos por planta (B1), a excepción del TESTIGO, el cual con su alta densidad de población, fue el segundo mejor rendimiento (Kg/planta) a pesar de la competencia entre plantas vecinas por agua, nutrientes minerales, por radiación, dióxido de carbono y oxígeno. La proximidad de plantas vecinas no afectó de manera importante su actividad fotosintética, las actividades culturales realizadas fueron mínimas en tratamientos del ensayo, por ende las plantas no sufrieron mayor tipo de estrés. Produciéndose así una adecuada acumulación y partición de asimilados hacia los tubérculos durante su formación y su llenado, por lo cual se produjo un alto rendimiento. Además se pudo apreciar que mientras se favorece la producción de tallos, se consigue una mayor proporción de tubérculos de tamaño apto para semilla y se obtiene en promedio un mayor rendimiento de cultivo como ocurrió para el Tratamiento 9, con 4 tallos por planta y la distancia de siembra de 0.30 m (A3B3). Para los tratamientos con promedio de 2 tallos por planta, presentaron baja cantidad de semilla de papa, siendo uno de los elementos determinantes el bajo rendimiento de la cosecha. En cuanto a calidad de papa-semilla, esta se refleja en los rendimientos a conseguir, para lo cual es importante un incremento del índice de multiplicación; mantener la calidad de la semilla; mejorar el aprovechamiento del terreno y reducir los riesgos de pérdida por factores negativos como el incremento de las temperaturas y la reducción de la luminosidad, por lo cual ALMEIDA (2003), manifiesta la importancia de la calidad del tubérculo-semilla que garantiza altos rendimientos debido a que es un material libre de

enfermedades graves, o si las tiene están dentro de las tolerancias permitidas por las normas de certificación de semilla. Entre los beneficios de tener altas densidades de siembra para producción de semilla se resumen en una alta densidad de tallos, produciendo así un mayor número de tubérculos aunque de menor tamaño.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Para realizar este análisis, se utilizó la metodología de PERRIN et al. El tratamiento que presentó menor costo variable fue el tratamiento T9: A3B3, con la distancia de siembra de 0.30 m y 4 tallos por planta con 7229.77 USD, mientras que el TESTIGO con la distancia de siembra de 0.15 m y 2 tallos por planta presentó el costo variable mayor con 1426.13 USD. (Cuadro 26).

De acuerdo al beneficio neto de los diferentes tratamientos (Cuadro 27), se determinó que T9: A3B3, con la distancia de siembra de 0.30 m y 4 tallos por planta, presentó mayor beneficio neto con 19500.23 USD, mientras que el tratamiento T1: A1B1, con la distancia de siembra de 0.20 m y 2 tallos por planta presentó un menor beneficio neto con 3852.91 USD.

Una vez realizado el análisis de dominancia (Cuadro 28), determinamos que el único tratamiento no dominado es T9: A3B3 con la distancia de siembra de 0.30 m y 4 tallos por planta, lo que indica que es el mejor tratamiento que nos da la relación costo/beneficio, es decir nuestro costo variable es 1426.13 USD y beneficio neto es 3852.91 USD.

La relación beneficio/costo (Cuadro 28), al ser mayor a 1 nos indica que los ingresos son mayor que los egresos, es decir que el beneficio neto es mayor que los costos variables con una relación de 2.7 en el tratamiento T3: A3B3 con la distancia de siembra de 0.30 m y 4 tallos por planta; de 1.3 en el tratamiento T2: A1B2 con la distancia de siembra de 0.20 m y 3 tallos por planta; 1.7 en el tratamiento T8: A3B2 con la distancia de siembra de 0.30 m y 3 tallos por planta; de 1.1 en el tratamiento T5: A2B2 con la distancia de siembra de 0.25 m y 3 tallos por planta; y de 1.1 en el tratamiento T6: A2B3 con la distancia de siembra de 0.25 m y 4 tallos por planta, mientras que los demás tratamientos no son viables por ser iguales o menores a 1.

CUADRO 26. CÁLCULO DE LOS COSTOS VARIABLES DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Códigos	Costo/semilla (ha)	jornal (USD)	Costo Variable
			siembra-aporque-cosecha	Ha (USD)
T1	A1B1	24000.00	875	10875.000
T2	A1B2	24000.00	761	10761.000
T3	A1B3	24000.00	762	10762.000
T4	A2B1	19333.33	788	8843.556
T5	A2B2	19333.33	711	8766.556
T6	A2B3	19333.33	653	8708.556
T7	A3B1	16000.00	773	7439.767
T8	A3B2	16000.00	664	7330.767
T9	A3B3	16000.00	563	7229.767
T10	TESTIGO	32000.00	929	14262.133

Elaboración: Calderón, F. 2010.

CUADRO 27. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DEL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*) SEGUN PERRIN et, Al.

Trata- mientos	Códigos	Rendimiento en Kg/ha	Rendimiento ajustado al 10%	Costo de Kg tubérculo (USD)	Beneficio de campo (USD)	Costos variables (USD)	Beneficio neto (USD)
T1	A1B1	7,273.04	6,545.74	2.25	14727.91	10875.000	3852.91
T2	A1B2	12,300.00	11,070.00	2.25	24907.50	10761.000	14146.50
T3	A1B3	9,412.17	8,470.96	2.25	19059.65	10762.000	8297.65
T4	A2B1	6,313.04	5,681.74	2.25	12783.91	8843.556	3940.36
T5	A2B2	9,305.22	8,374.70	2.25	18843.07	8766.556	10076.51
T6	A2B3	9,091.30	8,182.17	2.25	18409.89	8708.556	9701.34
T7	A3B1	7,690.43	6,921.39	2.25	15573.13	7439.767	8133.36
T8	A3B2	10,100.87	9,090.78	2.25	20454.26	7330.767	13123.49
T9	A3B3	13,200.00	11,880.00	2.25	26730.00	7229.767	19500.23
T10	TESTIGO	12,900.00	11,610.00	2.25	26122.50	14262.133	11860.37

Elaboración: Calderón, F. 2010.

CUADRO 28. ANÁLISIS DE DOMINANCIA PARA LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Códigos	Costos variables	Beneficio Neto/ ha	Dominancia	Beneficio/ Costo
T9	A3B3	7229.76	19500.23	ND	2.7
T2	A1B2	10761.00	14146.50	D	1.3
T8	A3B2	7330.76	13123.49	D	1.7
T10	TESTIGO	14262.13	11860.37	D	0.8
T5	A2B2	8766.55	10076.51	D	1.1
T6	A2B3	8708.55	9701.34	D	1.1
T3	A1B3	10762.00	8297.65	D	0.7
T7	A3B1	7439.76	8133.36	D	1.0
T4	A2B1	8843.55	3940.36	D	0.4
T1	A1B1	10875.00	3852.91	D	0.3

Elaboración: Calderón, F. 2010.

VI. CONCLUSIONES

- A. La mejor la distancia de siembra fue con 0.30 m entre minitubérculos (T9), factor que actuó de manera positiva en la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Fripapa, bajo invernadero en cultivo semi-hidropónico.
- B. El mejor número de tallos/planta fue el de 4 tallos por planta (T9), factor que es ligeramente superior a 3 tallos por planta (T2, T8, T5), los que actuaron de manera positiva en la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Fripapa, bajo invernadero en cultivo semi-hidropónico.
- C. Según el análisis económico se determinó que el T9 con la distancia de siembra de 0.30 m y 4 tallos por planta, presentó mayor beneficio neto con 19500.23 USD, y un costo variable de 7229.76 USD, mientras que el tratamiento T1 con la distancia de siembra de 0.20 m y 2 tallos por planta, presentó un menor beneficio neto con 3852.91 USD, y un costo variable de 10875.00 USD. El tratamiento que obtuvo el mejor beneficio/costo en una relación de 2.7 es el tratamiento T3 con la distancia de siembra de 0.30 m y 4 tallos por planta.

VII. RECOMENDACIONES

- A. Utilizar la distancia de siembra de 0.30 m entre minitubérculos, con el promedio de 4 tallos por planta, para mejorar la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Fripapa, bajo invernadero.
- B. Sembrar minitubérculos que posean las condiciones genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias óptimas, para producir semilla de papa de calidad, que permita una germinación uniforme, mayor desarrollo de plantas y altos rendimientos.
- C. Cosechar los minitubérculos en las horas de menos radiación solar y rápidamente retirarlos del invernadero con el objeto de exponerlos lo menos posible a daños ocasionados por el calor, plagas y enfermedades.
- D. Continuar con posteriores estudios, en fertilización en cultivo de semilla de papa semi-hidropónico.
- E. Realizar investigación con diferentes sustratos en mezclas.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar la mejor distancia entre minitubérculos y el mejor número de tallos por planta para la productividad de semilla de papa (*Solanum tuberosum*), cultivar Fripapa, bajo invernadero, en cultivo semi-hidropónico, realizado en el Departamento de Horticultura de la ESPOCH, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo; el diseño fue de bloques completos al azar, en arreglo bifactorial combinatorio. Las distancias de siembra de 20 y 25 cm entre plantas, se manifestaron positivamente en comparación con la distancia de 30 cm entre plantas, debido a que para menores distancias de siembra el número de plantas/m² será mayor, siendo la distancia de siembra factor agronómico importante en la densidad de tallos, la misma que está relacionada directamente con la producción, tamaño del tubérculo y la tasa de multiplicación. Para número de tallos por planta, se pudo observar que 4 tallos por planta, supera a 3 y a 2 tallos por planta, esta variable depende del momento de la siembra, si el minitubérculo presentó brotación múltiple, generando en el desarrollo del cultivo un mayor número de tallos principales productivos. El número de tubérculos por planta (Tasa de Multiplicación), según número de tallos por planta, con 4 y 3 tallos se manifestaron positivamente en comparación a 2 tallos por planta, destacando beneficios de tener alta densidad de tallos, que puedan lograr mayor intercesión de luz, la máxima actividad fotosintética por unidad de área, reflejándose en una mejor producción. El rendimiento promedio más alto se registró para el tratamiento “9”, con la distancia de siembra de 30 cm y 4 tallos por planta, con una media de 1.15 Kg/planta. La variable rendimiento/planta, es una característica que mientras se favorece la densidad de tallos/m², influye directamente sobre la cantidad y calidad de tubérculos, garantizando altos rendimientos. De acuerdo al análisis económico, el tratamiento “9”, con la distancia de siembra de 30 cm y 4 tallos por planta, presentó el mejor Beneficio Neto \$ 19500.23/ha. Según el análisis de relación costo beneficio, el tratamiento “9” fue el mejor con un valor R B/C de 2.7; el productor, por cada dólar invertido, tendría una utilidad de 2.7 dólares.

IX. SUMMARY

The present investigation proposes to evaluate the best distance between minitubers and the best number of stems per plant for the productivity of seed potato (*Solanum tuberosum*), to cultivate Fripapa under hothouse in semihidropónico cultivation, carried out in the Horticulture department of ESPOCH in Riobamba, Chimborazo Province. The design was with complete block randomly, in combinational bifactorial settlement. The distances of sowing of 20 to 25 cm between plants, manifested positively compared with the distance of 30 cm between plants, because for less sowing distances the number of plants/m² will be greater, being the sowing distance important agronomic factor in the density of stems, the same one that is directly connected with the production, size of the tuber and the rate of multiplication. For number of stems per plant, it was possible to observe that 4 stems per plant, it overcomes 3 and 2 stems per plant, this variable depends of the moment of the sowing, if the minituber presented multiple budding generating in the development of the crop a greater number of productive main stems. The number of tubers per plant (multiplication rate), according to the number of stems per plant, with 4 and 3 stems are expressed positively in comparison to 2 stems per plant, emphasizing benefits of having high density of stems are expressed positively in comparison to 2 stems per plant, emphasizing benefits of having high density of stems which could achieve major light intercession, the maximum photosynthetic activity for area unit, being reflected in a better production. The highest average performance was recorded for the treatment “9”, with the planting distance of 30 cm and 4 stems per plant, with an average of 1.15 Kg/plant. The variable performance/plant, is a feature that while favoring the density of stems/m², directly influences on the amount and quality of tubers, ensuring high yields. According to the economic analysis, the result shows that treatment “9”, with the distance of planting of 30 cm and 4 stems per plant, presented the best net profit \$19500.23/has. And the analysis of cost-benefit relationship also proved that, treating “9” was the best with a value RB/C of 2.7; the producer, for every day inverted dollar, would have a utility for 2.7 dollars. It is recommended the distance of 30 cm between minitubers and 4 stems per plant for subsequent investigations, and also to try different samples o substratum and different nutritive solutions.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. ALARCON, J. (1993). Producción y Distribución de semilla de papa en el valle Mantaro.
http://www.cepes.org.pe/debate/debate19/03_Articulo.pdf
2. ALMEIDA A. y VILLALVA A. Estudio de Producción de Tubérculo-Semilla de Papa, categoría básica, Variedad Fripapa-99 bajo el efecto de cinco niveles de fertilización y cuatro densidades. 2003.
3. ANDRADE, J. et al.. (1995). Boletín Divulgativo INIAP-Fripapa 99. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Disponible en:
http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/ficha_tecnica_fripapa
4. ARIAS, D. 2009. Estudio agronómico y económico de la producción de tubérculos semilla categoría prebásica de dos variedades de papa y tres densidades en un sistema aeropónico. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas
5. BEUKEMA, H.P Y VAN DER ZAAG, D.E., Introduction, Pudoc wageningen The Netherlands. 1990.
6. BUSTOS, ARIAS, Y ÑUSTEZ. (1996) Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (S. phureja) variedad «Yema de huevo». Agronomía Colombiana. 162-198 pp.
7. CIP (Centro Internacional de la Papa) - INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). (2002).
Disponible en: http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/situacion_ecuador.html

8. CORTBAOUI, R. (1988). Siembra de Papa. 2da edición revisada. Lima, Centro Internacional de la Papa. 13-17 pp Boletín de Información Técnica N° 11.
Disponible en: <http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/TIBes18776.pdf>

9. DURÁN, J. (2000). Cultivos Sin Suelo Natural. Departamento de Ingeniería Rural. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
Disponible en:
<http://www.mercoopsur.com.ar/agropecuarias/notas/loscultivossinsuelo.htm>

10. ENCICLOPEDIA CUMBRE. (1976). Tomo 6. Cumbre S.A. Decimosexta edición
México. 38, 39, 281, 296 pp.

11. FABARA, F. (2006). Terminología utilizada en economía, finanzas y otras ciencias afines. Servicios Gráficos Abigaíl. Quito-Ecuador. 355, 380 pp.

12. FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. Material micropropagativo y minitubérculos de papa (*Solanum spp.*) libres de plagas para el comercio internacional. Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/67259066/Material-micropropagativo-y-minituberculos-de-papa-Solanum-spp-libres-de-plagas-para-el-comercio-internacional>

13. FONT QUER, P. (1963). Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S.A. Barcelona-España. 1068 p.

14. GÁLVEZ, A. 2001. Producción de Papa (*Solanum tuberosum* L) con la Técnica de Cultivo de Tejidos Vegetales. Invernamex. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

15. HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología Traducido del inglés al español por Jiménez, Costa-Rica. IICA. Pág. 216.

16. HORNA, D. 2003. Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en la producción de tubérculos semilla categoría prebásica con dos cultivares de papa en un manejo semi-hidropónico. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas

17. JACKSON. (1972). Agricultura. Tomo 1. Decima cuarta edición. Litografía Montauriol, S.A. Enciclopedia. México. 173 – 193 pp

18. MANUAL AGROPECUARIO. (2004). Tecnologías orgánicas de la granja Integral Autosuficiente. Quebecor World Bogotá S.A. Bogotá-Colombia. 395, 709 pp.

19. MANUAL PRÁCTICO DE AGRICULTURA. (2007). Instalaciones Agrarias. Cultural S.A. Madrid-España. 335 - 337, 515, 305 pp.

20. MAROTO, J (1992). Horticultura Herbacea Especial. Tercera edición. Mundi-Prensa. Madrid – España. 79-100 pp.

21. MONTESDEOCA M. FABIÁN, Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNTR-INIAP. Proyecto/ Fortipapa. 2005.

22. MOYA, R. (1998). El cultivo de la papa. Unidad de Capacitación Tubérculo – Andino. Documento Ministerio de Agricultura, Ganadería. Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Quito – Ecuador. 33-37 pp

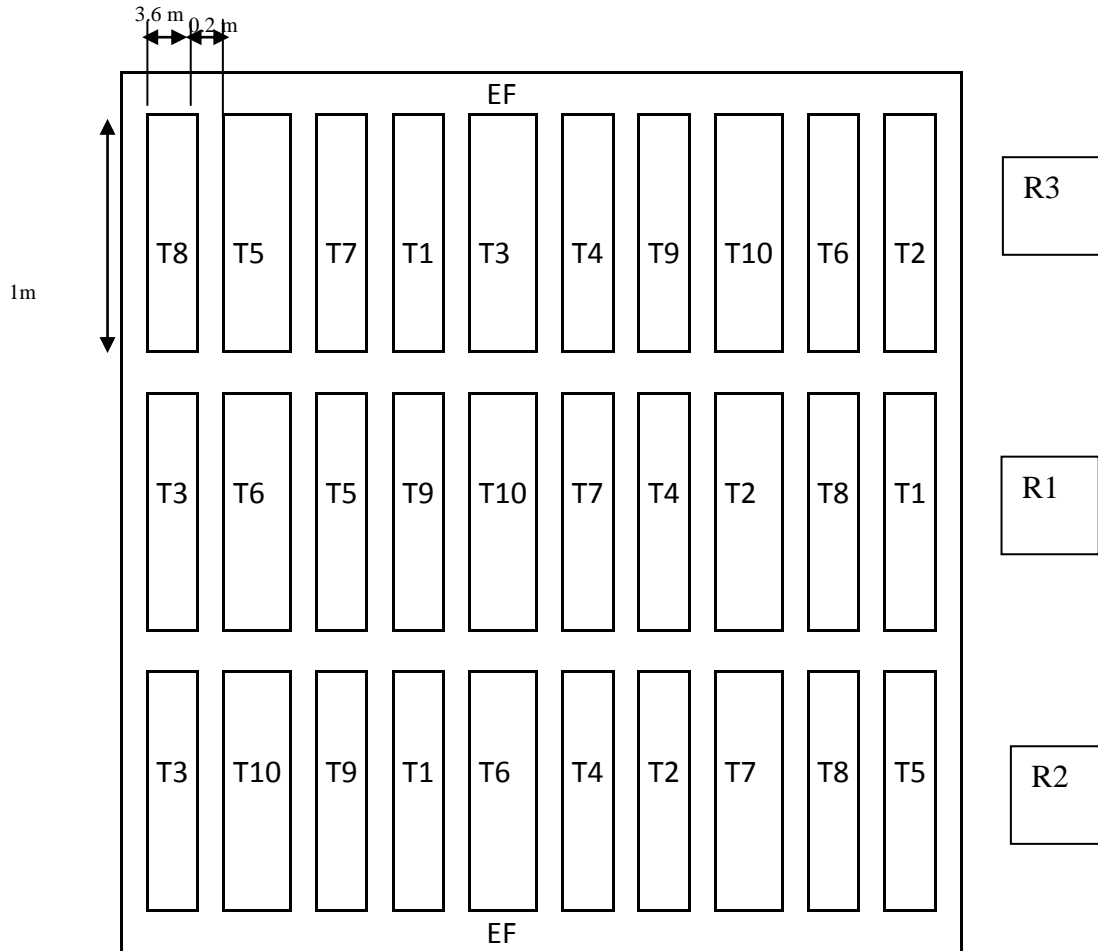
23. PUMISACHO, M. (2002). El cultivo de papa en el Ecuador. INIAP. 36, 76 – 80 pp.

24. REDEPAPA. (2011). Comercialización, Exportación, FAO, Material micropropagativo y minitubérculos de papa (*Solanum tuberosum*). Disponible en:
<http://redepapa.org/2011/10/03/material-micropropagativo-y-minituberculos-de-papa-solanum-spp-libres-de-plagas-para-el-comercio-internacional>

25. REINOSO, I. (2000). El cultivo de papa y su participación en la economía ecuatoriana, PNRT-Papa.
26. TAPIA, M. (2007) Guía de campo de los cultivos Andinos. ANPE – PERU. 24-42 pp.
27. TODOPAPA. (2008). Nutrición y Fertilización de la papa. Disponible en:
<http://www.todopapa.com.ar/?OpcionID=Nutricion>
28. ULISES DURANY, C. (1984). Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. Biblioteca del Agricultor. (5ta ed). Barcelona: Sintesis. S.A.
29. WIERSEMA, S. (1987). Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Boletín de Información Técnica 1. CIP. Lima-Perú.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO



R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

EF: Efecto Borde

ANEXO 2. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA POMINA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS

Nombre del remitente: Fernanda Calderón

Fecha de ingreso: 22/09/2010

Localización: Horticultura-ESPOCH

Fecha de salida : 28/09/2010

Nombre de la granja: Licán
 Parroquia

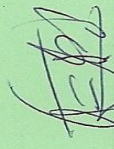
Chimborazo
 Cantón
 Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS

No.	Identificación	pH	Cond. Elect.(mmhos/cm)	ppm			Meq/100g	
				NH4	P2O5	K2O	CaO	MgO
284	Pumina	8.5 Alc.	< 0.2 no salino	0.7 B	47.4 A	0.51 A	5.4 A	2.6 A

CODIGO	
P.N. Prácticamente neutro	A: alto
L.Ac. Ligeramente Acido	M. medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo


Ing. Mario E. Oñate A
DIRECTOR DPTO. SUELO


Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

ANEXO 3. CARACTERIZACIÓN SUSTRATO POMINA

CARACTERIZACIÓN SUSTRATO: POMINA

Se realizó en el laboratorio de Física de Suelos del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental de Santa Catalina del INIAP.

Fecha y hora:			12/Mayo/2010 10:15 am	13/Mayo/2010 10:00 am	14/Mayo/2010 10:00 am	CÁLCULOS		
No. Muestra	Sustrato	Rep.	Peso caja (gramos)	Peso caja + pomina (gramos)	Peso caja + pomina luego de 24 horas (gramos)	Peso húmedo (gramos)	Peso seco (gramos)	H (%)
4-11.0	Pomina seca	I	11.0	23.1	20.3	12.1	9.3	30.1
5-10.9		II	10.9	24.0	20.7	13.1	9.8	33.7
6-11.1		III	11.1	22.9	19.9	11.8	8.8	34.09
PROMEDIO								32.63
16-11.7	Pomina	I	11.7	43.0	28.2	31.3	16.5	89.7
17-11.3	saturada un	II	11.3	35.9	23.8	24.6	12.5	96.8
18-11.1	día con agua	III	11.1	38.6	26.1	27.5	15.0	83.2
PROMEDIO								89.93

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA POMINA

DATOS

Fecha y Hora: 12/Mayo/2010 12:30 pm

Peso vaso: 34.8 gramos

Peso vaso + pomina: 763.5 gramos

Cantidad de agua para llenar el vaso + pomina: 400 ml

Peso vaso + pomina (24 horas después): 979.7 gramos

- DENSIDAD APARENTE**

$D_a = \text{Peso seco} / \text{Volumen total}$

$D_a = 701.7 \text{ g} / 1000 \text{ cc}$

$D_a = 0.702 \text{ g/cc}$

- HUMEDAD**

$H = ((\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco}) * 100$

$H = ((944.9 \text{ gramos} - 701.7 \text{ gramos}) / 701.7 \text{ gramos}) * 100$

$H = 34.66 \%$

- ESPACIO POROSO**



$E = (\text{Volumen de agua} / \text{Volumen total}) * 100$

$E = (400 \text{ ml} / 1000 \text{ ml}) * 100$

$E = 40 \%$

Volumen del barreno del Dto. de suelos y aguas del Iniap Sta. Catalina: 68.19 cm³

ANEXO 4. ANÁLISIS DE AGUA

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
--	--	---

INFORME DE ENSAYO No:
ST:

0848
10 - 0382 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario:
Atn.
Dirección:

CONPAPA CHIMBORAZO
Ing. Gabriela Narváez
Av. Gonzalo Dávalos y Carlos Zambrano; Riobamba, Chimborazo

FECHA:
NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS:
TIPO DE MUESTRA:
CÓDIGO LAB-CESTTA:
CÓDIGO DE LA EMPRESA:
PUNTO DE MUESTREO:
ANÁLISIS SOLICITADO:
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

21 de Junio del 2010
1
2010/ 06/ 15 - 16:10
2010/ 06/ 15 - 16:00
2010/ 06/ 15- 2010 / 06 / 21
Agua Riego
LAB-A 1503-10
NA
Sector Olericultura ESPOCH
Análisis Físico- Químico
Srta. Fernanda Calderón
T máx.:26.0 °C. T mín.: 21.0 °C

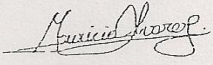
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H ⁺	---	7,24	-	± 0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LAB-CESTTA/06 APHA 2510	uS/cm	1254	-	± 2%
*Carbonatos	PEE/LAB-CESTTA/69 APHA 2330	mg/L	<1	-	-
Cloruros	PEE/LAB-CESTTA/15	mg/L	20	-	±4%

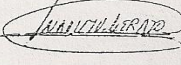
OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Muestra receptada en laboratorio



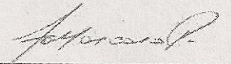
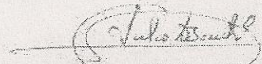
RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO 5. ANÁLISIS FOLIAR

 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693																																	
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES																																		
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CONPAPA Dirección : RIOBAMBA Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : ESPOCH Provincia : CHIMBORAZO Cantón : RIOBAMBA Parroquia : LISARSABURO Ubicación :																																	
DATOS DEL LOTE Cultivo : PAPA (30-45DÍAS) Área : Edad del Cultivo : Identificación : LOTE DE INVERNADERO	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 9.372 N° Muestra Lab. : 16783 Fecha de Muestreo : 16/09/2010 Fecha de Ingreso : 17/09/2010 Fecha de Salida : 27/09/2010																																	
<table border="0"> <tr> <th style="text-align: left;">Elemento</th> <th style="text-align: left;">Contenido (%)</th> </tr> <tr><td>N</td><td>2.21</td></tr> <tr><td>P</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>K</td><td>3.59</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>1.28</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.52</td></tr> <tr><td>S</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>Cl</td><td></td></tr> </table>	Elemento	Contenido (%)	N	2.21	P	0.30	K	3.59	Ca	1.28	Mg	1.52	S	1.05	Cl		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">BAJO</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">SUFICIENTE</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table>		INTERPRETACION			BAJO	SUFICIENTE	ALTO										
Elemento	Contenido (%)																																	
N	2.21																																	
P	0.30																																	
K	3.59																																	
Ca	1.28																																	
Mg	1.52																																	
S	1.05																																	
Cl																																		
INTERPRETACION																																		
BAJO	SUFICIENTE	ALTO																																
<table border="0"> <tr> <th style="text-align: left;">Elemento</th> <th style="text-align: left;">Contenido (ppm)</th> </tr> <tr><td>B</td><td>64.50</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>32.30</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>22.20</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>139.30</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>17.20</td></tr> <tr><td>Mo</td><td></td></tr> <tr><td>Na</td><td></td></tr> </table>	Elemento	Contenido (ppm)	B	64.50	Zn	32.30	Cu	22.20	Fe	139.30	Mn	17.20	Mo		Na		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">BAJO</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">SUFICIENTE</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">ALTO</td> </tr> </table>		INTERPRETACION			BAJO	SUFICIENTE	ALTO										
Elemento	Contenido (ppm)																																	
B	64.50																																	
Zn	32.30																																	
Cu	22.20																																	
Fe	139.30																																	
Mn	17.20																																	
Mo																																		
Na																																		
INTERPRETACION																																		
BAJO	SUFICIENTE	ALTO																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Elemento</th> <th style="text-align: center;">Nivel Adecuado (%)</th> </tr> <tr><td>N</td><td>4,50 - 6,00</td></tr> <tr><td>P</td><td>0,29 - 0,50</td></tr> <tr><td>K</td><td>9,30 - 11,50</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>0,76 - 1,00</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1,00 - 1,20</td></tr> <tr><td>S</td><td>-</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td></tr> </table>	Elemento	Nivel Adecuado (%)	N	4,50 - 6,00	P	0,29 - 0,50	K	9,30 - 11,50	Ca	0,76 - 1,00	Mg	1,00 - 1,20	S	-	Cl	-	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Elemento</th> <th style="text-align: center;">Nivel Adecuado (ppm)</th> </tr> <tr><td>B</td><td>25,0 - 50,0</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>45,0 - 250,0</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>7,0 - 20,0</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>50,0 - 100,0</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>30,0 - 250,0</td></tr> <tr><td>Mo</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na</td><td>-</td></tr> </table>		Elemento	Nivel Adecuado (ppm)	B	25,0 - 50,0	Zn	45,0 - 250,0	Cu	7,0 - 20,0	Fe	50,0 - 100,0	Mn	30,0 - 250,0	Mo	-	Na	-
Elemento	Nivel Adecuado (%)																																	
N	4,50 - 6,00																																	
P	0,29 - 0,50																																	
K	9,30 - 11,50																																	
Ca	0,76 - 1,00																																	
Mg	1,00 - 1,20																																	
S	-																																	
Cl	-																																	
Elemento	Nivel Adecuado (ppm)																																	
B	25,0 - 50,0																																	
Zn	45,0 - 250,0																																	
Cu	7,0 - 20,0																																	
Fe	50,0 - 100,0																																	
Mn	30,0 - 250,0																																	
Mo	-																																	
Na	-																																	
 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA																																	

ón original, favor remitirse al Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de INIAP Sta. Catalina

**ANEXO 6. PROMEDIO DE TEMPERATURA Y EVAPORACIÓN DENTRO DEL
INVERNADERO**

N°	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MINIMA (°C)	EVAPORACIÓN (mm)
1	40	3	4
2	49	3	4
3	50	3	7
4	37	3	6
5	39	3	5
6	41	3	5
7	47	3	5
8	41	3	2
9	41	4	3
10	41	4	6
11	41	4	6
12	41	4	6
13	45	4	7
14	42	4	7
15	42	4	5
16	42	4	5
17	42	4	5
18	50	4	6
19	45	4	7
20	43	4	7
21	42	3	6
22	44	3	7
23	49	3	7
24	45	3	5
25	45	3	5
26	43	3	7
27	45	4	7
28	49	4	7
29	44	4	6
30	49	3	7
31	42	3	5
PROMEDIO	44	3	6
TEMPERATURA PROMEDIO			24
EVAPORACIÓN PROMEDIO			6

Fuente: Datos registrados en el invernadero